

Ref Q62963

The invention of the present application has as a main feature the fact that an organic film is etched using gas-containing  $\text{NH}_3$  in order to etch organic film with a low dielectric constant formed over a substrate. However, regarding this, the invention of the present application could be easily invented based on the prior art described in the detailed description and based on the etching of organic materials with raw material gas having  $\text{NH}_3$  as an ingredient in Japanese Unexamined Patent Application Publication Number 2000-6368.

2003.01.28

## <翻訳文>

発送番号: 9-5-2003-002717444

発送日付: 2003.01.28

提出期日: 2003.03.28

Your Ref.: 120337/00

Our Ref.: P01435-NEC

出願番号: 10-2001-0021384

### 特許庁 意見提出通知書

出願人	名称	日本電気株式会社(出願人コード: 519980608801)
	住所	日本国東京都港区芝5丁目7番1号
代理人	氏名	崔達龍
	住所	ソウル江南区駅三洞823-1 豊林ビル 5階
出願番号		10-2001-0021384
発明の名称		Semiconductor Device and Manufacturing Method of the Device

この出願に対する審査結果、下記のような拒絶理由があり特許法第63条の規定によりこれを通知しますので、意見があったり補正が必要な場合には上記の提出期日までに意見書または/及び補正書を提出して下さい。(上記の提出期日に対して毎回1ヶ月単位で延長を申請することができ、この申請に対して別途の期間延長承認の通知はしません。)

#### 【理由】

この出願の特許請求範囲全項に記載された発明は、その出願前にこの発明が属する技術分野で通常の知識を有した者が下記に指摘したことにより容易に発明することができるものであるため、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができません。

#### 【下記】

本願発明は基板上に形成された誘電率が低い有機膜をエッチングするためにNH<sub>3</sub>を含むガスを使用して有機膜をエッチングすることを主要特徴としているが、このようなことは公開特許公報公開番号2000-6368号でNH<sub>3</sub>を成分とする原料ガスで有機材料をエッチングすることと、詳細な説明に記載された従来の技術から本願発明を容易に発明することができるものです。

#### 【添付】

添付1 韓国公開特許公報2000-6368号(2000.01.25) 1部 以上。

2003.01.28

特許庁 審査4局

審査官

특 2000-0006368

(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. <sup>8</sup> H01L 21/3065		(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2000-0006368 2000년01월25일
(21) 출원번호	10-1999-0023628		
(22) 출원일자	1999년06월23일		
(30) 우선권주장	1998-176926 1998년06월24일 일본(JP) 1998-249307 1998년09월03일 일본(JP) 1999-066018 1999년03월12일 일본(JP)		
(71) 출원인	가부시키가이샤 히타치세미사쿠쇼 가나이 쓰토무		
(72) 발명자	일본 도쿄도 치요다구 간다쓰루가다이 4쵸메 6반치 요코가와겐에쓰 일본사이타마현즈루가시마시가미히로야245-11 미자와마사루 일본도쿄도히노시오오사카우에4-20-6-502 미타바시나오시 일본도쿄도하찌오우지시고야스마찌2-32-비302 네기시노부유키 일본도쿄도고꾸분지시니시교미가꾸보4-14-6 다치신미찌 일본사이타마현사야마시가시와바라뉴타운47-11		
(74) 대리인	장수길, 구영창		

심사청구 : 없음

(54) 플라즈마처리장치및플라즈마처리방법

요약

플라즈마 처리에 있어서, 플라즈마 생성 조건인 방전 전력, 원료 가스의 압력, 유량 조성으로 플라즈마 내의 활성종을 제어할 수 밖에 없어, 고정밀도로 처리 성능을 제어하는 것과 특성을 장기간 안정적으로 유지하는 것이 곤란하였다.

300 내지 500㎞의 전자파와 자장의 상호 작용으로 플라즈마를 형성하고, 전자파 도입용 평면판에 50㎞ 내지 30㎞의 전자파를 상기 300 내지 500㎞의 전자파에 중첩시키고 또한 평면판과 피가공 시료의 간격을 피가공 시료 또는 평면판 중 어느 하나의 작은 쪽 직경의 1/2 이하로 하는 구성으로 하였다.

플라즈마 내의 활성종이 플라즈마 생성 조건과는 독립적이며 또한 효과적으로 제어할 수 있으며 또한 장기적인 처리 성능의 안정화가 가능해진다.

도표도

도1

색인어

플라즈마 처리 장치, 플라즈마 처리 방법, 전자파, 자장, 활성종

평세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 구체적 제1 실시 형태를 나타내는 도면.
- 도 2는 본 발명의 구체적 제2 실시 형태를 나타내는 도면.
- 도 3은 본 발명의 실시 형태에서의 효과의 설명도 1.
- 도 4는 본 발명의 실시 형태에서의 효과의 설명도 2.
- 도 5는 도 2에서의 실리콘 표면에 형성된 복수의 미세 구멍 부분의 상세도.

도 6은 원환형 부재로의 전자파 공급 방법의 예.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- 1 : 가스 도입 수단
- 2 : 진공 용기
- 3 : 전자석
- 4 : 동축 케이블
- 5 : 평면판
- 6 : 피가공 시료
- 7 : 450MHz 전원
- 8 : 필터
- 9 : 13.56MHz 전원
- 10 : 실리콘
- 11 : 피가공 시료대
- 12 : 원환형 부재
- 13 : 실리콘
- 14 : 용탕
- 15 : 냉각 기능
- 16 : 온도 제어 기구
- 17 : 석영 링
- 18 : 800kHz 전원
- 19 : 직류 전원
- 20 : 용탕
- 21, 22, 23 : 정합기
- 24 : 800kHz 통과 필터
- 25, 28, 32 : 유전체
- 26 : 진공 용기벽 온도 제어 수단
- 27 : 평면판
- 29 : 석영
- 30 : 석영 샤워 플레이트
- 31 : 가스 도입 수단
- 33 : 피가공 시료대의 전자파 공급부

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 또는 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 장치의 미세 가공에 관한 것으로, 특히 반도체 재료를 리소그래피 기술에 의해 패터닝한 형상으로 에칭 처리하는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

종래의 반도체 장치의 제조 공정에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는, 예를 들면, 에칭에 대해서는, 「히탄치 평론, Vol. 76, No. 7, (1994), 55 ~ 58페이지」에 기재되어 있는 유자장(有磁場) 마이크로파 플라즈마 에칭 장치가 있다. 유자장 마이크로파 플라즈마 에칭 장치는 공심(空心) 코일로 발생시킨 자장과 입체 회로를 통하여 진공 용기 내에 도입되는 마이크로파 영역의 전자파로 기체를 플라즈마화하고 있다. 이 종래 장치에서는 저가압으로 높은 플라즈마 밀도가 얻어지기 때문에, 고정밀도와 고속으로 시료의 가공을 행할 수 있다. 또한, 예를 들면, 「Appl. Phys. Lett., Vol. 62, No. 13, (1993), 1469-1471 페이지」에는 영구 자석에 의한 국소 자장을 이용하는 유자장 마이크로파 플라즈마 에칭 장치가 보고되어 있다. 이 장치에서는 자장을 영구 자석에 의해 형성하기 때문에 장치 비용 및 소비 전력 모두 상기 종래 장치에 비하여 현격하게 낮게 할 수 있다. 또한, 특개평 3-122294호 공보에는 100MHz 내지 1GHz의 고주파에 의해 플라즈마를 생성 시, 미러 자장을 이용하여 효율적으로 에칭하는 것에 대해서 개시되어 있다. 또한, 특개평 6-224155호 공보에는 빔형 안테나로부터 100 내지 500MHz의 고주파를 쏘아 플라즈마를 생성하고, 구경이 큰 챔버 내에서 균일한 플라즈마를 형성하는 것이 개시되어 있다.

또한, 특히 실리콘 산화막 가공용으로는 협전극 평행 평판형(이하, 「협전극형」이라고 함) 장치가 실용화되어 있다. 협전극형 장치는 1.5cm 내지 3cm 정도의 간격의 평행 평판 간에 십수 내지 수십 mTorr의 고주파를 인가하여, 플라스마를 형성하고 있다. 협전극형 장치는 원료 가스 압력이 수십 mTorr 영역에서 이용된다. 이 협전극형은 비교적 안정적인 산화막 형성 특성이 장기간에 걸쳐서 얻어진다고 하는 특징을 가지고 있다.

또한, 특개평 7-307200호 공보에는 도입 파장의 1/4 길이를 갖는 방사형 안테나로부터 300MHz 정도의 고주파를 인가한 것에 대해서 기재되어 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기 영구 자석에 의한 국소 자장을 이용하는 유자장 마이크로파 예칭 장치에서는, 소형의 영구 자석을 복수 사용하고 있기 때문에 자장 영역 플라스마가 주로 생성되어 있는 영역에서의 플라스마의 균일성이 나쁘고, 따라서 피가공 시료를 플라스마 생성 영역으로부터 분리한 위치에 설치하여, 확산에 의해서 플라스마를 균일화하여 사용하고 있다. 이 때문에, 피가공 시료 위치에서는 충분한 플라스마 밀도가 얻어지지 않고, 충분한 가공 속도가 얻어지지 않는다고 하는 문제가 있다.

또, 특개평 3-122294호 공보나 특개평 6-224155호 공보에 기재한 바와 같은 ECR형의 장치에서는, 유자장 마이크로파 플라스마에는 시료에 대면하는 위치로부터 전자파를 도입하기 때문에, 시료 대면 위치에는 절연체밖에 설치할 수 없다. 따라서, 피가공 시료에 고주파 바이어스를 인가하는 경우 등에 필요한 접지 전극을 이상적인 위치인 피가공 시료와 대면하는 위치에 설치할 수 없어, 바이어스의 불균일이 생긴다고 하는 문제도 있었다. 피가공 시료의 가공 특성에는 플라스마 종의 활성종이 중요한 영향을 끼친다. 이 활성종은 진공 용기벽의 재질에 영향을 받는 특히 피가공 시료에 대면하는 위치의 벽재와 그 거리는 피가공 시료의 가공 성능에 크게 영향을 준다. 바꿔 말하면, 피가공 시료에 대면하는 위치의 재료와 그 거리에서 활성종을 제어할 수 있게 된다. 그러나, 종래 ECR형은 피가공 시료에 대면하는 위치로의 배치에 절연체(현실적으로는, 석영 혹은 산화 알루미늄)밖에 설치할 수 없기 때문에, 활성종을 이상적인 상태로 제어할 수 없다.

협전극형 장치에서는, 상기 ECR형에 비해 피가공 시료의 대향부에 전극이 있기 때문에, 피가공 시료의 바이어스에 대한 접지 전극의 문제 및 대향부 재질에 의해 활성종을 제어할 수 없는 문제가 해결된다. 그러나, 협전극형은 비교적 사용 가스 압력이 높기 때문에, 피가공 시료에 입사하는 이온의 자장이 불균일해지며, 미세 가공성이 나쁘고 또한 전극 간격이 30mm 정도 이하이므로 고유량(高流量) 가스 도입 시에 피가공 시료면 내에서 압력차가 커지게 되는 문제를 갖는다. 이 문제는 피가공 시료 직경의 확대에 따라 현저해지며, 차세대 300mm 웨이퍼 이상의 가공에서는 본질적인 과제가 된다.

또한, 특개평 6-224155호 공보에 기재한 바와 같은 빔형 안테나나 특개평 7-307200호 공보에 기재한 바와 같은 방사형 안테나에서는, 안테나를 이용하지 않는 경우와 비교하면 플라스마의 균일성이 높지만 그 래도 충분한 균일성을 얻을 수는 없다.

본 발명의 목적은, 저소비 전력으로 피가공 시료의 가공 면적이 큰 경우에도 균일성이 높은 유자장 마이크로파 플라스마를 발생시키고 또한 미세 가공성에 우수하며, 고선택비, 고어스펙트비의 가공이 가능하며, 또한 고속도의 가공 처리가 가능한 플라스마 처리 장치를 제공하는 것에 있다. 특히 플라스마 내의 활성종을 플라스마 생성 조건과는 독립적으로 제어하고, 고정밀도의 활성종 제어를 실현함으로써 높은 표면 처리 성능을 실현한다. 또한, 장기간에 걸쳐서 플라스마 내에서의 활성종의 조성이 변동되지 않고, 안정된 가공 특성을 지속적으로 실현한다.

피가공 시료에 대면하는 위치에 플라스마 여기용 전자파를 도입하는 평면판을 설치하고, 또한 상기 평면판에 제2 고주파를 인가하고 또한 평면판과 피가공 시료 간의 거리를 30mm로부터 피가공 시료 직경의 1/2로 하는 구조로 하였다. 플라스마 여기에는 300 내지 500MHz의 전자파를 이용하고, 제2 주파수에는 50kHz 내지 30MHz를 이용한다. 또한 피가공 시료의 주변에 실리콘 등의 재료로 형성된 원환형 부재를 배치하고, 이 원환형 부재에 바이어스를 인가할 수 있는 구조로 하였다. 또한 상기 평면판, 진공 용기벽, 원환형 부재를 온도 제어하는 기능을 부가하였다.

이상의 구성에 의해, 저자장 저유전 비용으로 고밀도 플라스마를 형성할 수 있으며 고속으로 미세한 가공이 가능해진다. 또한 평면판에 제2 주파수를 부가하고 평면판과 피가공 시료의 간격을 피가공 시료 또는 평면판 중 어느 하나의 작은 쪽 직경의 1/2 이하로 함으로써, 플라스마 내의 활성종을 제어할 수 있으며, 피가공 재료면 상에서의 반응을 고정밀도로 제어함으로써 고선택비와 미세 가공성을 양립한 플라스마 처리 장치가 가능해진다. 또한, 본 발명에서는 플라스마에 접하는 대향부에 항상 바이어스가 인가되어 반응이 지속되고 있는 상태 혹은 온도 제어된 상태가 되기 때문에, 시간 경과에 따른 처리 상태의 변화가 적고 장기적인 처리 성능의 안정화가 가능해진다.

이상의 플라스마 처리 장치에서, 평면판에 실리콘, 카본, 석영, 탄화 실리콘 중 어느 하나를 이용하고, 아르곤과  $C_4F_8$ 로 대표되는 플론 가스의 혼합 가스를 주로 하는 원료 가스를 이용함으로써 고정밀도의 실리콘 산화막 가공이 가능해지는 플라스마 처리 방법을 실현할 수 있다. 또한, 마찬가지로 원료 가스에 염소, HBr, 또한 이들의 혼합 가스를 주체로 하는 원료 가스를 이용함으로써 실리콘, 알루미늄, 텅스텐의 고정밀도 가공이 가능해지는 플라스마 처리 방법을 실현할 수 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 실시 형태를 이하에 설명한다.

본 발명에 따른 실시 형태를 도 1에 도시한다. 도 1의 실시 형태는 본 발명에서의 장치의 기본적 구성이며, 진공 배기되고 가스 도입 수단(1)을 갖는 진공 용기(2)에 전자석(3)이 배치되며, 동축 케이블(4)에 의해 평면판(5)에 도입되는 전자파와 상기 전자석(3)에 의한 자장의 상호 작용으로 진공 용기(2) 내에 도입된 가스를 플라스마화하고 피가공 시료(6)를 처리한다. 여기서, 전자파 방사에 이용하는

평면판(5)은 특원평 8-3000390에 기재되어 있는 평면판과 동일하다. 본 실시 형태에서의 평면판(5)에는 플라스마 형성용의 450kHz 전원(7)과, 필터(8)를 통하여 13.56MHz 전원(9)인 2개의 주파수가 인가되어 있다. 자장의 크기는 평면판(5)과 피가공 시료(6)의 플라스마 생성 영역에서, 전자 사이클로트론 공명을 만족하는 크기가 필요하며, 도 1의 실시 형태에서는 450kHz의 전자파를 이용하고 있기 때문에, 100-200 가우스의 자장 강도이다. 피가공 시료(6)는 8인치 직경이며, 상기 피가공 시료와 평면판(5)의 간격은 7cm로 되어 있다.

평면판(5)의 표면은 실리콘(10)으로 형성되고, 또한 상기 실리콘(10)의 표면에 형성한 복수의 구멍으로부터 원료 가스가 진공 용기(2) 내로 도입되는 구성으로 되어 있다. 또한 진공 용기벽에는 진공 용기벽 온도 제어 수단(26)이 설치되어 있다. 이 진공 용기벽 온도 제어 수단(26)에 의한 진공 용기벽의 온도 제어 범위는 20 내지 140도이다.

본 실시 형태에서는 평면판(5)의 직경을 255mm로 하였다. 13.56MHz 전원(9)의 전자파는 평면판(5)에 배치된 실리콘(10)의 표면과 플라스마 사이에서 형성되는 전위를 조절하는 기능을 갖는다. 상기 13.56MHz 전원(9)의 출력을 조절함으로써 실리콘 표면의 전위를 임의로 조절할 수 있으며, 실리콘(10)과 플라스마 내 활성종의 반응을 제어할 수 있다. 또한, 본 발명에서는 평면판(5) 상에 배치된 실리콘(10)과 피가공 시료(6)의 간격을 피가공 시료 직경의 1/2 이하인 100 내지 30mm로 조절할 수 있는 구조로 되어 있다. 상기 간격의 제어는 피가공 시료대(11)의 상하에 의해 행한다. 피가공 시료(6) 또는 평면판(5) 상의 실리콘(10)에서의 반응 생성물은 진공 용기 내에 확산한다. 그러나, 피가공 시료(6) 또는 실리콘(10)의 표면 부근은 반응 생성물이 기상 중 분자와 충돌함으로써, 실질적으로 표면 반응의 영향을 매우 강하게 받는 기상 상태가 된다. 그 영역은 도 2에 도시한 바와 같이, 반응하는 면의 크기에 의존하고 거의 반응하는 면의 반경이 된다. 따라서, 피가공 시료(6)와 그 대면하는 위치에 상당하는 실리콘(10)의 간격을 피가공 시료(6)의 반경 이하로 함으로써, 서로의 면에서의 반응을 강하게 반영시킬 수 있다.

예를 들면, 원료 가스에 프론계 가스를 이용하여 실리콘 산화막의 에칭 처리를 행하는 경우, 프론계 가스의 해리종인 불소 래디칼이 에칭 특성(특히, 에칭 선택성)을 저하시킨다.

그러나, 본 발명의 구성으로 함으로써, 실리콘(10)으로 불소를 반응시켜서 소비함으로써 피가공 시료(6)에 입사하는 불소 래디칼을 대폭 저감할 수 있다. 실리콘(10)과 피가공 시료(6)의 간격을 피가공 시료(6)의 반경 이상으로 하면 이 불소 래디칼의 저감 효과가 작아지며 효과는 급격하게 저하한다. 또한, 상기 간격을 작게 하는 것은 실리콘(10)과 피가공 시료(6)로 플라스마인 플라스마의 불꽃을 작게 하는 것이 된다. 앞의 프론계 가스의 플라스마에 의한 불소 래디칼의 발생 절대량은 플라스마의 불꽃에 비례하는데 대하여, 실리콘(10)에서의 불소의 소비는 실리콘(10)의 면적 및 상기 실리콘(10)에 인가되는 바이어스 조건에만 의존한다. 따라서 간격을 작게 하면 불소의 발생 절대량은 억제되는데 대하여, 실리콘(10)에서의 소비량은 불변하게 할 수 있다. 결과적으로 피가공 시료(6)에 입사하는 불소 래디칼을 저감할 수 있다. 이 효과도 간격을 피가공 시료 직경의 1/2 이하로 함으로써, 불소 래디칼의 저감 효과가 커진다. 이상의 활성종 제어 기능은 간격과 평면판(5)에 중첩하는 13.56MHz의 전력으로 결정되며, 플라스마 생성 조건(예를 들면, 방전 전력, 가스 압력, 유량 등)과 독립적으로 제어할 수 있으므로 프로세스의 제어 범위를 대폭 넓히는 것이 가능해진다.

또한, 평면판(5)과 피가공 시료의 간격을 30mm 이하로 하면 평면판(5) 표면으로부터 공급하는 가스의 피가공 시료면 내 압력 분포가 열화하게 된다. 이 열화는 피가공 시료 직경의 확대와 함께 무시할 수 없게 되며, 차세대 300mm 웨이퍼의 가공에서는 본질적인 문제가 된다. 따라서, 평면판(5)과 피가공 시료(6)와의 간격은 30mm로부터 피가공 시료 직경의 1/2 이하(예 200 웨이퍼이면 100mm, 예 300 웨이퍼이면 150mm)에서 양호한 특성이 얻어진다. 실리콘 산화막 에칭에서는 깊고 미세한 구멍을 고속으로 하고 에칭 선택비로 가공해야만 한다. 이 깊은 구멍에서의 미세성과 에칭 선택비는 기상 내 래디칼종과 입사 이온 밀도에 의해 특성이 지배되며, 트레이드 오프(trade off)의 관계에 있다. 따라서, 플라스마의 생성 조건과 독립적으로 고정밀도의 활성종 제어가 가능한 본 발명은 종래에 없는 실리콘 산화막 에칭 특성을 실현할 수 있다. 또한, 평면판(5)에는 온도 제어 기능(16)이 설치되어 있으며 실리콘(10)의 표면 반응의 시간적 변동을 저감하고 있다.

또한, 도 5는 도 2에서의 평면판 표면에서의 실리콘(10)에 설치된 복수의 미세 구멍으로 구성되는 원료 가스 도입 부분을 상세하게 도시한 도면이다.

본 발명에서는, 도 1에 도시하는 원환형 부재(12)를 피가공 시료(6)의 주위에 배치하고 있다. 원환형 부재(12)의 플라스마에 접하는 면은 실리콘(13)으로 형성되어 있으며 또한 피가공 시료(6)에 인가하는 바이어스의 일부를 용량(14)에 의해 분할함으로써, 상기 실리콘(13)에 바이어스가 인가되는 구조로 되어 있다. 또한, 원환형 부재(12)의 바로 아래에 온도 제어 기능(15)이 설치되고 있으며, 상기 원환형 부재의 온도를 일정화 할 수 있는 구조로 되어 있다. 피가공 시료(6)인 실리콘 웨이퍼는 통상 레지스트 마스크에 덮여 있다. 피가공 시료(6) 표면에 입사하는 플라스마 중의 활성종의량은 이 레지스트와의 반응에 영향을 받는다. 예를 들면  $C_4F_8$ 로 대표되는 프론계 가스의 플라스마로 파생되는 불소 래디칼은 레지스트와 반응함으로써 소비된다. 이 반응에 의해 피가공 시료(6)에 선행적으로 입사하는 불소 래디칼의 양이 결정되며, 상기 도 2의 설명과 마찬가지로 피가공 시료(6)의 중심부와 주변부에서는 불소 래디칼의 양이 차가 생기게 된다. 원환형 부재(12)는 그 표면 반응에 의해 피가공 시료 주변부에서 과잉이 된 불소 래디칼을 소비하고, 활성종 입사의 피가공 시료(6)로의 균일화를 꾀할 수 있게 된다. 이 원환형 부재 표면의 반응은 앞의 바이어스 인가 기능에 의한 바이어스로 조정 가능하며 또한 냉각 기능(15)에 의해 반응의 시간적 변동이 저감되고 있다. 원환형 부재(12)의 피가공 시료면에 수평 방향의 폭을 평면판(5)과 피가공 시료(6)간 거리와 동일한 길이로 함으로써, 완전히 피가공 시료(6)면 내에 입사하는 활성종을 균일화할 수 있다. 다만, 실질적으로는 20mm 이상의 폭으로 충분히 효과가 있다. 따라서, 원환형 부재(12)의 폭은 평면판(5)과 피가공 시료(6)간 거리로부터 20mm가 유효 범위가 된다. 또한, 원환형 부재(12)의 피가공 시료(6)에 수직 방향의 높이는 앞의 폭과도 관계가 있으며, 폭을 크게 취할수록 높이를 낮게 할 수 있다. 실질적으로는 높이 0 내지 40mm의 범위 내에서 그 높이에 알맞은 폭을 상기한 범위로부터 선택한다. 도 1의 실시예에서는 원환형 부재(12) 표면의 재질을 실리콘(13)으로 하였지만, 그 외에 카본, 탄화 실리콘, 석영, 산화 알루미늄, 알루미늄이라도, 제어하는 활성종의 종류

에 따라 동등한 효과가 있다.

도 6은 원환형 부재로의 전자파의 구체적 공급 방법을 나타낸다. 피가공 시료와 공통인 800MHz 전원으로 부터 전자파를 유전체(32)를 통하여 공급한다. 유전체(32)의 두께를 조절함으로써 유전체(32)부의 용량을 조절할 수 있으며 원환형 부재에 공급되는 전자파 전력을 제어할 수 있다. 물론 도 6에 도시하는 유전체 외에 가변 용량에 따라 분기하여 전력 제어를 실시하여도 마찬가지이다. 본 발명에서는 플라스마에 접하는 대부분의 영역이 항상 바이어스가 인가되거나 온도 제어 기능을 갖고 있으며, 진공 용기 내부 상태의 시간 경과에 따라 변화가 적고 장기적인 처리 성능의 안정화가 가능해진다. 진공 용기 내벽, 평면판(5), 원환형 부재(12)의 온도 제어 범위를 20 내지 140도의 범위로 함으로써, 품질 활성종의 안정화를 꾀하여 처리 특성의 시간적 변동을 저감할 수 있다.

도 1에 도시하는 석영링(17)은 평면판(5) 혹은 실리콘(10)의 주변 전계 강도를 완화하고, 플라스마의 균일 생성을 가능하게 한다. 본 실시예에서는 상기 석영링의 볼륨(두께)으로 열용량을 제어하고, 상기 석영링(17)의 온도 제어를 행하고 있다. 도 1의 실시예에서는 석영링을 이용하였지만, 다른 유전체 재료 예를 들면 산화 알루미늄, 질화 실리콘, 폴리이미드 수지라도 동일한 효과가 있는 것은 물론이다. 또한, 본 실시예에서는 석영링을 평면판(5) 혹은 실리콘(10)의 원주부에만 배치하였지만, 전면에 배치하여도 본 발명의 효과가 있다. 그 때 도 3에 도시한 바와 같이, 평면판(5) 대기층에 배치하고, 상기 유전체로 진공을 유지함으로써 장치 구성이 간단한 본 발명에서의 장치를 실현할 수 있다. 도 3에서는 도 1의 구성과 다른 부분에만 부호 및 부호의 설명을 기재하였다. 그 외 도 1과 마찬가지로의 부분에 관한 부호 및 부호의 설명은 생략한다. 도 3의 실시 형태에서는 도 1의 실시예에서의 실리콘(10)의 표면 반응을 이용할 수는 없지만 다른 기능은 충분히 갖기 때문에, 피가공 시료의 대향부의 반응을 그 만큼 필요로 하지 않는 가공 응용에는, 장치 구성이 간단해지는 이점이 있다.

또한 도 1 및 도 2의 장치 구성에 상관없이, 피가공 시료와 그에 대면하는 위치에 존재하는 부재와의 거리 관계를 본 발명에서의 30mm로부터 피가공 시료 직경의 1/2로 함으로써, 본 발명의 활성종 제어에 의한 효과를 갖는다. 그 때, 상기한 원환형 부재를 피가공 시료 주위에 배치함으로써, 마찬가지로의 활성종 균일화의 효과도 갖는 것은 물론이다.

다음에 도 1의 실시 형태의 동작예를 설명한다. 본 실시 형태에서는 실리콘 산화막의 에칭 처리를 실시하는 경우를 기재한다. 실리콘 산화막을 에칭하는 경우, 본 발명에서는 원료 가스로 아르곤과  $\text{C}_2\text{F}_6$ 의 혼합 가스를 이용한다. 원료 가스의 압력은 2Pa이다. 또한 유량은 아르곤이 400sccm,  $\text{C}_2\text{F}_6$ 이 15sccm으로 하였다. 평면판(5)에는 450MHz전원(7)으로부터 800W의 전력을 공급하여, 플라스마를 형성하였다.

또한, 평면판(5)에 13.56MHz 전원(9)으로부터 300W의 전력을 450MHz에 중첩하여 인가하고, 평면판(5) 상에 배치한 실리콘(10)의 플라스마 사이에 형성되는 전위를 조정하였다. 피가공 시료(6)는 200mm 직경의 웨이퍼를 이용하였다. 피가공 시료대(11)의 피가공 시료(6)에 접하는 영역은 -20도의 온도로 유지되며, 피가공 시료(6)의 온도를 제어하고 있다. 또한, 피가공 시료(6)에는 800MHz 전원(18)의 전자파가 공급되며, 피가공 시료(6)에 플라스마로부터 입사하는 이온의 에너지를 제어하고 있다. 도 4에 본 동작예에 따른 실리콘 산화막의 에칭 속도 및 실리콘 산화막과 질화 실리콘막의 에칭 속도차(선택비)를 나타낸다. 도 4에서는 피가공 시료대(11)의 높이를 바꾸고, 실리콘(10)과 피가공 시료(6)의 간격에 따른 에칭 특성을 나타내었다. 도 4에서는 본 발명의 간격 제어에 의한 효과를 나타내기 위해서, 실리콘(10)과 피가공 시료(6)의 간격을 피가공 시료 직경의 1/2보다 큰 140mm로부터의 에칭 특성을 나타내었다. 도 4의 결과로부터 에칭 속도는 간격에 아주 크게 의존하지 않았지만, 에칭 선택비는 크게 변화하는 것을 확인할 수 있다. 특히 피가공 시료 직경의 1/2에 상당하는 100mm 이하로부터의 에칭 선택비 향상이 현저한 것을 알고, 본 발명의 유용성을 확인할 수 있다.

본 실시 형태에서는 플라스마 형성용의 전자파로서 450MHz를 이용하였지만 300 내지 500MHz의 전자파라도 마찬가지로의 효과가 있다. 주파수를 바꾸는 경우에는 동시에 자장 강도도 바꿀 필요가 있으며, 평면판(5)과 피가공 시료(6)의 플라스마 생성 영역에 전자 사이클로트론 공명을 만족하는 자장 강도를 형성한다. 또한, 마찬가지로 플라스마를 형성하는 전자파로서 200MHz 내지 950MHz라도 기본적으로는 마찬가지로의 효과가 있다. 그러나, 500MHz를 넘는 경우에는 전원의 비용이 높으며 또 대형이 되기 쉽고 300MHz 이하로는 플라스마 생성 효율이 조금 낮아진다.

평면판에 중첩하는 13.56MHz의 전자파에서는, 본 실시 형태 외에 50MHz 내지 30MHz의 전자파로 마찬가지로의 효과를 발휘할 수 있다. 또한 피가공 시료에 인가하는 전자파를 용량 등에 의해 분기하고, 평면판에 중첩하는 것이라도 마찬가지로의 효과가 있으며 또한 전원을 중첩용과 피가공 시료 인가용을 공통으로 함으로써 장치의 간략화 및 저비용화가 가능하다.

30MHz보다 높은 주파수에서는, 실리콘(10)에 발생하는 플라스마 간의 전위가 작으며, 또한 50MHz보다 작은 주파수에서는 평면판(5) 상에 설치한 실리콘(9)의 표면 상태에 의해, 플라스마 간에 발생하는 전위차가 변동하기 때문에 적용이 곤란하다.

본 실시 형태에서는 평면판(5) 상에 실리콘(10)을 배치하였지만, 그 외에 카본, 탄화 실리콘, 석영, 산화 알루미늄, 알루미늄을 이용하여 상기 재료면에서의 반응을 이용함으로써 마찬가지로 활성종을 제어하는 것이 가능하다.

본 실시 형태에서는 원료 가스에 아르곤과  $\text{C}_2\text{F}_6$ 을 이용하였지만, 혼합 가스에 50 내지 300sccm의  $\text{CO}$  혹은 50 내지 300sccm 산소 혹은 0.5 내지 50sccm의  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{CHF}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , 수소 가스 단체 또는 이들의 혼합 가스를 첨가하며, 실리콘 산화막의 에칭 처리를 실시하는 것이 가능하며, 상기 첨가 가스에 의해 프로세스 조건을 더욱 양호한 정밀도로 제어할 수 있다.

본 발명에 따른 장치를 이용하여, 첨가 가스로서 아 아니라  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{C}_2\text{F}_8\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{C}_2\text{F}_4$ ,  $\text{C}_2\text{F}_2$ ,  $\text{C}_2\text{F}_2$ ,  $\text{C}_2\text{F}_2$  중의 어느 한 종류의 가스를 주로 이용하여 실리콘 산화막의 에칭을 행하여도 마찬가지로의 효과가 있는 것은 물론이다. 또한, 미들 가스에  $\text{CO}$  가스, 산소 가스 또는 그 양쪽을 첨가 가스로서

이용하여도 마찬가지로 효과가 있다.

본 발명에 따른 장치를 이용하여, 산소 가스, 메탄 가스, 염소 가스, 질소 가스, 수소,  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $CHF_3$ ,  $C_2F_4$ ,  $SiF_4$ ,  $NH_3$ ,  $NF_3$ ,  $CH_3OH$ ,  $C_2H_5OH$  등의 어느 하나를 성분으로 하는 원료 가스에 의해 유기물을 주 재료로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 것도 가능하다.

본 실시 형태에서는, 실리콘(10) 표면에서의 반응 제어를 증첩하여 인가하는 전자파에 의해 실시하였지만, 상기 전자파에 의한 제어에 덧붙여, 상기 평면판에 온도 제어 기능을 부가하고, 상기 온도 제어에 의해 실리콘(10)의 반응을 제어하는 것이 가능하다. 특히 실리콘(10)에서의 반응의 안정화에 유효하다.

본 실시 형태에서는 실리콘 산화막의 에칭을 실시하는 경우에 대해서 기술하였지만, 그 외에 염소 또는 염소산을 주로 하는 가스를 이용한 본 발명에 의해, 실리콘, 텅스텐의 에칭 처리가 가능하다.

본 실시 형태에서는 플라스마 생성에 자장 인가 수단을 이용하여 또한 그 자장 강도를 전자 사이클로트론 공명을 만족하는 자장 강도 이외에도 동일한 효과가 얻어지며, 저비용인 장치를 실현할 수 있다. 다만 어느 하나의 경우도 실시 형태에서 설명한 전자 사이클로트론 공명을 만족하는 자장 강도를 이용하는 경우보다 플라스마 밀도가 0.8 ~ 0.3배로 낮아지게 되어 응용 범위가 감소한다.

### 발명의 효과

본 발명에 의해, 300 내지 500MHz의 전자파의 전자 사이클로트론 공명 플라스마를 이용하는 플라스마 처리 장치에 있어서, 플라스마 생성 조건과는 독립적으로 플라스마 내의 활성종이 제어 가능해진다. 특히, 피가공 시료와 피가공 시료에 대면하는 위치에 설치되는 평면판의 간격, 평면판 상의 재질 및 평면판에 증첩하여 인가하는 전자파를 본 발명에 기재하는 범위에서 제어함으로써 활성종 제어 효과를 비약적으로 증대하고, 처리 조건의 제어성 및 제어 범위를 대폭 넓히는 것이 가능하며 고정밀도의 플라스마 처리 장치를 실현할 수 있다.

### (57) 청구의 범위

**청구항 1.** 진공 배기 수단과 원료 가스 공급 수단과 피가공 시료 설치 수단과 피가공 시료로의 고주파 전력 인가 수단을 갖는 진공 용기 내에서 상기 원료 가스를 플라스마화하여, 상기 피가공 시료의 표면 처리를 행하는 플라스마 처리 장치에 있어서,

상기 플라스마를 형성하는 수단이 전자파 공급 수단과 자장 발생 수단으로 이루어지고,

상기 전자파의 상기 진공 용기 내로의 도입을 상기 피가공 시료에 평행하게 배치된 평면판으로부터 행하고, 상기 평면판과 상기 피가공 시료의 간격을 30mm 내지 상기 피가공 시료 또는 상기 평면판 중 어느 작은 쪽 직경의 2분의 1로 하며,

상기 평면판 표면과 플라스마 종의 활성종과의 반응량을 제어하는 수단, 피가공 시료면 내에 입사하는 활성종의 양과 종류를 균일화하는 수단, 및 상기 피가공 시료에 입사하는 활성종의 시간적 변동을 저감하는 수단을 구비하는

것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 2.** 제1항에 있어서, 상기 평면판의 직경은 상기 피가공 시료 직경의 0.7 내지 1.2배인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 3.** 제1항에 있어서, 상기 플라스마를 형성하는 수단인 전자파의 주파수가 300내지 500MHz인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 4.** 제1항에 있어서, 상기 플라스마 형성 수단인 자장 발생 수단에 의한 자장은, 상기 평면판과 상기 피가공 시료 사이에서 전자 사이클로트론 공명 조건을 만족하는 크기인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 5.** 제1항에 있어서, 상기 평면판 표면과 플라스마와의 반응을 제어하는 수단은, 상기 평면판에 공급하는 제3항에 기재된 300 내지 500MHz의 전자파와는 다른 제2 주파수의 전자파를 증첩하여 상기 평면판에 공급하는 수단인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 6.** 제1항에 있어서, 상기 평면판 표면과 플라스마와의 반응을 제어하는 수단은, 상기 평면판의 온도를 제어하는 수단인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 7.** 제1항에 있어서, 상기 평면판 표면과 플라스마와의 반응을 제어하는 수단은, 제5항에 기재된 제2 주파수의 전자파를 증첩하여 상기 평면판에 공급하는 수단과 제6항에 기재된 상기 평면판의 온도를 제어하는 수단의 양쪽 모두인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 8.** 제5항 또는 제7항에 있어서, 상기 평면판에 증첩하는 상기 제2 주파수는 50MHz 내지 30MHz이고, 상기 평면판에 인가하는 상기 주파수의 전력은 평면판의 단위 면적당 0.05 내지 5W/cm<sup>2</sup>인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 9.** 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 원료 가스를 제1항에 기재된 상기 평면판에 형성한 복수의 미세 구멍으로부터 공급하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 10.** 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 제1항에 기재된 상기 평면판의 플라스마측에 접하는 표면은, 실리콘, 카본, 탄화 실리콘, 석영, 산화 알루미늄, 알루미늄 중 어느 하나의 재질로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.



**청구항 11.** 제6항 또는 제7항에 있어서, 상기 평면판의 온도를 제어하는 수단은, 상기 평면판 내에 온도 제어된 액체를 순환시킴으로써, 상기 평면판의 온도를 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 12.** 제10항에 있어서, 상기 평면판의 플라즈마촉에 접하는 표면에 설치하는 재료면으로부터 상기 진공 용기 내로 가스를 공급하는 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 13.** 제1항에 있어서, 상기 피가공 시료면 내에 입사하는 활성종의 양과 종류를 균일화하는 수단은, 피가공 시료의 주변에 배치된 원환형 부재인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 14.** 제13항에 있어서, 원환형인 부재가 플라즈마에 접하는 부분의 재질은 실리콘, 카본, 탄화실리콘, 석영, 산화 알루미늄, 알루미늄 중 어느 하나의 재질로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 15.** 제13항에 있어서, 상기 원환형 부재에 고주파 전력을 인가하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 16.** 제15항에 있어서, 상기 원환형 부재에 고주파 전력을 인가하는 수단은, 상기 피가공 시료에 인가하는 상기 고주파 전력의 일부를 분기하여, 상기 원환형 부재에 인가하는 구조인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 17.** 제1항에 있어서, 상기 피가공 시료에 입사하는 활성종의 시간적 변동을 저감하는 수단은, 제1항에 기재된 상기 진공 용기벽, 상기 평면판, 제13항에 기재된 원환형 부재의 온도 제어 수단인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 18.** 제14항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 원환형 부재의 상기 피가공 시료면에 수직 방향인 높이는, 상기 피가공 시료면으로부터 0 내지 40mm의 범위인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 19.** 제14항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 원환형 부재의 상기 피가공 시료면에 수평 방향의 폭이 20mm 내지 제1항에 기재된 평면판과 피가공 시료 간 거리의 범위인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 20.** 제16항에 있어서, 상기 원환형 부재에 고주파 전력을 인가하는 수단에서 상기 피가공 시료에 인가하는 상기 고주파 전력의 일부를 분기하는 수단은, 커패시터 또는 커패시터의 기능을 갖는 구조인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 21.** 제1항에 있어서, 상기 진공 용기 내에 전자파를 공급하는 상기 평면판은, 접지 전위의 평판에 유전체를 통하여 배치되고, 상기 평면판과 접지 전위의 평판으로 끼워지는 유전체 내에서, 공급된 전자파가 TMOI 모드로 공진하는 구조인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 22.** 제1항 또는 제21항에 있어서, 상기 평면판은 원반형이고, 상기 평면판의 중앙에 접속되는 원추형 도체를 통하여 전자파를 공급하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 23.** 제17항에 있어서, 상기 진공 용기벽, 평면판, 원환형 부재의 온도 제어 수단은, 온도 제어된 액체를 순환시킴으로써, 상기 각 부의 온도를 제어하고, 그 온도 범위가 20℃ 내지 140℃의 범위인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 24.** 제1항에 있어서, 상기 자장 발생 수단에 의한 자장의 자력선의 방향은, 제1항에 기재된 평면판 및 피가공 시료면과 수직 방향인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 25.** 제1항에 있어서, 상기 자장 발생 수단에 의한 자장의 자력선의 방향은, 제1항에 기재된 평면판 및 피가공 시료면과 대략 수직 방향인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 26.** 제1항에 있어서, 상기 평면판이 플라즈마에 접하는 면의 전면 또는 일부를 유전체로 피복하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 27.** 제26항에 있어서, 상기 평면판이 플라즈마에 접하는 면의 전면 또는 일부를 피복하는 상기 유전체는 석영, 산화 알루미늄, 질화 실리콘, 폴리이미드 수지 중 어느 한 종류의 재료로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 28.** 제26항 또는 제27항에 있어서, 상기 유전체의 온도를 20℃ 내지 250℃의 범위 내에서 일정하게 제어하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 29.** 제1항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 평면판에 공급하는 300 내지 500kHz의 전자파를 공급하는 급전 선로로 상기 피가공 시료에 인가하는 고주파 전력을 접지에 유입시키는 필터를 설치하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 30.** 제1항 내지 제29항에 기재된 플라즈마 처리 장치에서, 피가공 시료에 100kHz 내지 14MHz의 고주파 전력을 상기 피가공 시료의 단위 면적당 0.5 내지 8W/cm<sup>2</sup> 인가하여, 상기 피가공 시료의 표면 처리를 행하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

**청구항 31.** 제15항 또는 제16항에 있어서, 상기 원환형 부재에 인가하는 고주파 전력은 상기 원환형 부재가 플라즈마에 접하는 면의 단위 면적당 0 내지 8W/cm<sup>2</sup>인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 32.** 제1항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자장 발생 수단에 의해, 상기 평면판과 피가공 시료 간에 형성되는 전자 사이클로트론 공명 조건 자장 영역의 상기 피가공 시료면으로부터의 높이 및 상기 영역폭을 제어하고, 플라즈마 내에서 생성되는 활성종의 제어를 행하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 33.** 제1항에 있어서, 상기 진공 용기 상부를 석영, 산화 알루미늄 중 어느 한쪽의 절연 재료로 구성하고, 상기 절연 재료의 대기층에 제20항에 기재된 접지 전위 도체에 유전체를 통하여 배치되는 평면판을 설치하고, 상기 평면판에 제3항에 기재된 전자파를 공급하며, 상기 전자파와 자장의 상호 작용에 의해, 상기 진공 용기 내에 플라스마를 형성하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 34.** 평면형의 피가공 시료를 처리하는 플라스마 처리 장치에 있어서,

피가공 시료와 상기 피가공 시료에 대면하는 부재와의 거리가 30mm 내지 상기 피가공 시료 직경의 1/2인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 35.** 제34항에 있어서, 상기 피가공 시료의 주위에 제15항, 제16항, 제30항에 기재된 원환형 부재를 배치하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 36.** 제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 피가공 시료에 대면하는 위치에 배치되는 부재는 석영, 산화 알루미늄, 실리콘, 질화 실리콘, 탄화 실리콘, 폴리이미드 수지 중 어느 한 종류의 재료로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 37.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항에 기재된 플라스마 처리 장치를 이용하여, 원료 가스에 아르곤과  $C_2F_6$ 의 혼합 가스를 이용하고, 상기 아르곤 유량이 50 내지 2000sccm,  $C_2F_6$  유량이 0.5 내지 50sccm이며, 상기 혼합 가스의 압력이 0.01 내지 3Pa의 조건으로 실리콘 산화막의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 38.** 제37항 또는 제44항에 있어서, 50 내지 300 sccm의 CO 가스를 첨가하여, 실리콘 산화막의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 39.** 제37항, 제38항, 및 제44항 중 어느 한 항에 있어서, 0.5 내지 50 sccm의 산소 가스를 첨가하여, 실리콘 산화막의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 40.** 제37항, 제38항, 및 제44항 중 어느 한 항에 있어서, 0.5 내지 50sccm의  $CHF_3$ ,  $CH_2F_2$ ,  $CH_4$ ,  $CHF_4$ , 수소 가스 중의 어느 하나 또는 혼합 가스를 이용하여 실리콘 산화막의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 41.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항에 기재된 플라스마 처리 장치에 있어서,  $C_2F_6$ ,  $CHF_3$ ,  $C_2F_4$ ,  $CF_3I$ ,  $C_2F_5I$ ,  $C_2F_6$ ,  $CF_4$ ,  $C_2F_6O$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_2F_6$  중의 어느 한 종류의 가스를 이용하여 실리콘 산화막의 에칭을 행하는 것을 특징으로 하는 플라스마처리 방법.

**청구항 42.** 제41항에 기재한 가스에 CO 가스를 첨가하여, 실리콘 산화막의 에칭을 행하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 43.** 제41항 또는 제42항에 기재한 가스에 산소 가스를 첨가하여, 실리콘 산화막의 에칭을 행하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 44.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항에 기재된 플라스마 처리 장치를 이용하여, 원료 가스에 아르곤과  $C_2F_6$ 의 혼합 가스를 이용하고, 상기 아르곤 유량이 50 내지 2000 sccm,  $C_2F_6$  유량이 0.5 내지 50 sccm이며, 상기 혼합 가스의 압력이 0.01 내지 3Pa의 조건으로 실리콘 산화막의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 45.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항에 기재된 플라스마 처리 장치를 이용하여, 상기 원료 가스가 염소이고, 압력 0.1 내지 4 Pa의 조건으로, 실리콘, 알루미늄, 텅스텐 혹은 상기 실리콘, 알루미늄, 텅스텐을 주성분으로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 46.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항에 기재된 플라스마 처리 장치를 이용하여, 상기 원료 가스가  $HBr$ 이고 압력 0.1 내지 4Pa의 조건으로, 실리콘, 알루미늄, 텅스텐 혹은 상기 실리콘, 알루미늄, 텅스텐을 주성분으로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 47.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항에 기재된 플라스마 처리 장치를 이용하여, 상기 원료 가스가 염소와  $HBr$ 의 혼합 가스이고 압력 0.1 내지 4Pa의 조건으로, 실리콘, 알루미늄, 텅스텐 혹은 상기 실리콘, 알루미늄, 텅스텐을 주성분으로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 48.** 제45항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 가스를 첨가하고, 실리콘, 알루미늄, 텅스텐 혹은 상기 실리콘, 알루미늄, 텅스텐을 주성분으로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 플라스마 처리 방법.

**청구항 49.** 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제54항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 가스, 메탄 가스, 염소 가스, 질소 가스, 수소,  $NH_3$ ,  $NF_3$ ,  $CH_3OH$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $CH_2F_2$ ,  $C_2F_6$ ,  $SiF_4$  중 어느 하나를 성분으로 하는 상기 원료 가스에 의해, 유기물을 주체로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 50.** 제1항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 플라스마 형성 수단인 자장 발생 수단에 의한 자장은, 상기 평면판과 상기 피가공 시료 간에서 100 가우스 이하의 자장인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 51.** 제1항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 플라스마를 형성하는데 자장 형성 수단을 이용하지 않는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

**청구항 52.** 제1항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 제5항에 기재된 평면판에 중첩하여 인가하는 제2 전자파를 제29항에 기재된 피가공 시료에 인가하는 전자파를 분기하여 공급하는 것을 특징으로 하는

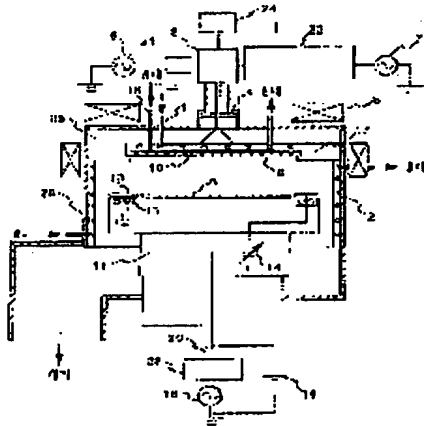
플라즈마 처리 장치.

청구항 53. 제1항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 플라즈마를 형성하는 수단인 전자파의 주파수가 200MHz 내지 950MHz인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

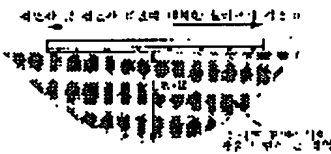
청구항 54. 제1항 내지 제36항, 제50항 내지 제53항에 기재된 플라즈마 처리 장치를 이용하여, 염소와  $\text{BCl}_3$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{CH}_4$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{CH}_4$ 와 Ar, 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{CHF}_3$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{CHF}_3$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{HCl}$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{HCl}$ 와  $\text{CH}_4$ 와 Ar, 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{N}_2$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{N}_2$ 와  $\text{HCl}$ , 염소와  $\text{BCl}_3$ 와  $\text{CHCl}_3$ 의 혼합 가스이고 압력 0.1 내지 2Pa의 조건에서, 실리콘, 알루미늄, 텅스텐 또는 상기 실리콘, 알루미늄, 텅스텐을 주성분으로 하는 재료의 에칭 처리를 행하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

도면

도면1



도면2



도면3

